

JC20 Rec'd PCT/PTO 30 JUN 2005 312

**UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Re: Application of: Jose Joaquin FERNANDEZ GOMEZ et al.  
Serial No.: Not yet known  
Filed: Herewith  
For: SYSTEM FOR MULTIPLE HARNESSING AND  
COMPLEMENTED CONVERSION OF ENERGY  
FROM SEA WAVES

**LETTER RE PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

June 30, 2005

Dear Sir:

Applicant hereby claims the priority of Spanish Patent Application No. P-200300051 filed January 10, 2003 through International Patent Application No. PCT/IB2004/000054 filed January 5, 2004, together with verified English language translation thereof.

Respectfully submitted,

By:   
Dona C. Edwards  
Reg. No. 42,507

Steinberg & Raskin, P.C.  
1140 Avenue of the Americas, 15th Floor  
New York, NY 10036-5803  
Telephone: (212) 768-3800  
Facsimile: (212) 382-2124  
E-mail: sr@steinbergraskin.com

10/541167

JC20 Rec'd PCT/PTO 30 JUN 2005

**VERIFICATION OF TRANSLATION**

I undersigned, Ms. Montse LOPEZ

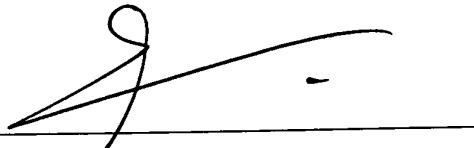
Of C. Consell de Cent, 322; 08007 Barcelona; Spain

declare as follows:

1. That I am well acquainted with both the English and Spanish languages, and
2. That the attached document is a true and correct translation into English made by me to the best of my knowledge and belief of:

The Spanish patent nº 200300051 filed on January 10, 2003

Barcelona, June 20, 2005

Signature of Translator: 

10/541167

JC20 Rec'd PCT/PTO 30 JUN 2005

SPANISH OFFICE  
OF  
PATENTS AND TRADEMARKS

OFFICIAL CERTIFICATE

Hereby, I certify that the annexed documents are an exact copy of the application for PATENT OF INVENTION number 200300051, filed in this Office of Patents and Trademarks on date 10 January 2003.

Madrid, 11 December 2003

The Director of Patents Department  
and Technological Information

(signature)

CARMEN LENCE REIJA

There is the Seal of the  
Office of Patents and  
Trademarks.

## SPANISH PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICATION NUMBER

P200300051

INSTANCE OF APPLICATION OF:

 PATENT OR INVENTION UTILITY MODEL

AND HOUR OF FILING AT THE O.E.P.M.

10 JANUARY 2003 10:28

(1) <input type="checkbox"/> ADDITIONAL APPLICATION <input type="checkbox"/> DIVISIONAL APPLICATION <input type="checkbox"/> CHANGE OF MODALITY <input type="checkbox"/> TRANSFORMATION EUROPEAN APPLICATION		(2) PRINCIPAL OR ORIGINAL FILE MODALITY APPLICATION NUMBER FILING DATE		DATE AND HOUR OF FILING IN A PLACE OTHER THAN THE O.E.P.M.	
		MODALITY APPLICATION NUMBER FILING DATE		(3) PLACE OF FILING CODE MADRID   28	
(4) APPLICANT (S)		SURNAME OR JURIDICAL DENOMINATION		NATIONALITY	CIF
PIP0 SYSTEMS, S.L.				SPANISH (ES)	B63012405

## (5) FACTS OF THE FIRST APPLICANT

ADDRESS: Parc Tecnològi del Vallès

TOWN: CERDANYOLA DEL VALLES

PHONE

PROVINCE: BARCELONA

POSTAL CODE 08290

COUNTRY OF RESIDENCE: SPAIN

COUNTRY CODE ES

NATIONALITY: SPANISH

NATION CODE ES

## (6) INVENTOR (S)

 THE APPLICANT IS THE INVENTOR

## (8) FORM OF OBTENTION OF RIGHTS

 THE APPLICANT IS NOT THE INVENTOR OR SOLE INVENTOR EMPLOYER (S)  CONTRACT  SUCCESSION

## SURNAMES

## NAME

FERNANDEZ GOMEZ

CUCURELLA RIPOLL

IBAÑEZ LOSTAL

Jose Joaquin

Abel

Rafael

## NATIONALITY

## CODE

Spanish

ES

Spanish

ES

Spanish

ES

## (9) TITLE OF THE INVENTION

SYSTEM FOR MULTIPLE HARNESSING AND COMPLEMENTED CONVERSION OF ENERGY FROM SEA WAVES.

## (10) INVENTION CONCERNING A MICROBIOLOGICAL PROCESS AS PER ART. 25,2 L.P.

 YES  NO

## (11) OFFICIAL EXHIBITIONS

PLACE

DATE

## (12) PRIORITY DECLARATIONS

## COUNTRY OF ORIGIN

## CODE

## NUMBER

## DATE

## (13) THE APPLICANTS REQUEST THE EXEMPTION OF THE PAYMENT OF TAXES PROVIDED IN ART. 162 L.P.

 YES  NO

## (14) REPRESENTATIVE

## SURNAMES:

PONTI SALES

## NAME

## CODE

388/3

## ADDRESS

ConSELL de Cent, 322

## TOWN

Barcelona

## PROVINCE

## POSTAL CODE

Barcelona

08007

## (15) LIST OF ANNEXED DOCUMENTS

- SPECIFICATION N° OF PAGES 1
- CLAIMS N° OF PAGES 11
- DRAWINGS N° OF PAGES 5
- ABSTRACT
- PRIORITY DOCUMENT
- TRANSLATION OF THE PRIOR. DOCUM.

- REPRESENTATION FORM
- PROOFS
- RECEIPT OF PAYMENT OF TAXES
- SHEET OF COMPLEM.
- INFORMATIONS
- OTHER desig. inventor

SIGNATURE OF THE OFFICIAL

SIGNATURE OF THE APPLICANT OR

REPRESENTATIVE

Adelaida PONTI SALES

## (16) NOTIFICATION OF PAYMENT OF THE GRANT FEES

**PATENT**  
**ABSTRACT AND DRAWING**

APPLICATION NUMBER

P200300051

APPLICATION DATE

ABSTRACT (Max. 150 words)

**SYSTEM FOR MULTIPLE AND COMPLEMENTED CONVERSION OF ENERGY FROM SEA WAVES**

System for multiple harnessing and complemented conversion of energy from sea waves, characterized in that it includes a structure of vertical guides along which said central floating body moves, a submerged captive-air tank, held up by said floating body, with the body and the tank so arranged that the movement of the submerged tank is contrary to that of the central floating body, the movement of the central floating body and of the submerged tank being transmitted to said means of conversion of the movement onto pneumatic, electrical or hydraulic energy. The system shows high energy harnessing efficiency.

DRAWING

## COMPLEMENTARY INFORMATION SHEET

PATENT OF INVENTION  
 UTILITY MODEL

(4) APPLICANTS		SURNAME OR COMPANY NAME		NAME	DNI (Identity Card)
(6) INVENTORS		SURNAME		NAME	NATIONALITY
GÜELL FERRE FERNANDEZ GOMEZ				ALFONS JAVIER	ES ES
(11) OFICIAL EXPOSITIONS					
PLACE:		DATE:			
(12) PRIORITY DECLARATIONS					
COUNTRY OF ORIGIN		CODE	NUMBER	DATE	

PANISH PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application Number: P200300051

Date of filing:

## PATENT OF INVENTION APPLICATION

---

Title: SYSTEM FOR MULTIPLE HARNESSING AND COMPLEMENTED CONVERSION OF ENERGY FROM SEA WAVES

---

Applicant: PIPO SYSTEMS, S.L.

Nationality: Spanish

Address: Parc Tecnològic del Vallès  
08290 CERDANYOLA DEL VALLES (Barcelona) SPAIN

Inventor: JOSE JOAQUIN FERNANDEZ GOMEZ, ABEL CUCURELLA RIPOLL,  
RAFAEL IBAÑEZ LOSTAL, ALFONS GÜELL FERRE, JAVIER FERNANDEZ GOMEZ..

Representative: Adelaida PONTI SALES (388/3)

---

### ABSTRACT

SYSTEM FOR MULTIPLE HARNESSING AND COMPLEMENTED CONVERSION  
OF ENERGY FROM SEA WAVES

This invention relates to a system for multiple harnessing and complemented conversion of energy from sea waves.

BACKGROUND OF THE INVENTION

10 Known in the art are systems for generating energy from sea waves based on the utilisation of the buoyant forces that act on a floating body anchored or ballasted on the seabed. The working travel the floating body effects under the action of the buoyant forces is used to 15 obtain energy.

Such simple systems that harness energy by flotation nevertheless have the disadvantage that the travel used to harness power proportionally reduces the travel devoted to carrying out work. The capacity of the 20 buoyant generators is therefore limited always by the dimensions of the floating body, wave height and wave frequency per minute.

Energy harnessing systems that make use of buoyant forces are clean and simple, but rather uncompetitive 25 systems, if the necessary dimensions and the low harnessing of energy are taken into account. These are techniques in need of a substantial increase in energy harnessing and conversion if the installation is to be made profitable.

30 Also known are systems such as those described above which include at least one floating body ballasted or anchored onto the seabed, and means for conversion of the vertical movement of the floating body into pneumatic, electrical or hydraulic energy.

Such systems nevertheless have the disadvantage of harnessing and transforming only part of the natural forces contained in the waves, namely the forces due to thrust, also called buoyant forces.

5 Also known are systems for generating energy from sea waves which, instead of the buoyant forces, take advantage of the natural forces produced by the changes of water column brought about by the sea waves. Such systems nevertheless again have the disadvantage of only partially 10 harnessing the energy contained in the sea waves.

Unknown as yet are systems for generating energy from sea waves which take advantage both of the buoyant forces and the natural forces produced by changes of water column occasioned by sea waves.

15

#### DESCRIPTION OF THE INVENTION

The objective of this invention is to resolve the disadvantages mentioned by developing a system for 20 multiple harnessing and complemented conversion of energy from sea waves which, in addition to using the buoyant forces also uses the forces produced by changes of water column occasioned by sea waves.

In accordance with this objective, the system of 25 this invention is characterised in that it includes a structure of vertical guides along which said central floating body moves, a submerged captive-air tank open at its lower base, held up by said floating body and also movable along said structure of vertical guides, means for 30 transmitting the movement of said floating body to said submerged tank, with the body and the tank so arranged that the movement of the submerged tank is contrary to that of the floating body, the movement of the central floating body and of the submerged tank being transmitted 35 via said means of transmission of the movement to said

means of conversion of the movement into pneumatic, electrical or hydraulic energy.

Thanks to these characteristics the system shows high energy harnessing efficiency since it manages at low cost to harness most of the energy present in a renewable source of energy such as the energy contained in sea waves. It is a system that permits the multiple harnessing and complemented conversion of energy.

The multiple harnessing of energy is that due to the thrust of the waves themselves and the pressures of the water column on the captive air of the submerged tank. The complemented conversion of energy is due to the complementary action exercised between the central floating body and the submerged tank.

15 In accordance with the invention the system is characterized in that said central floating body is opened at its lower base and it includes captive air inside it.

Thanks to the fact that the central floating body has captive-air inside it and that it is opened at its base, any vertical movement produces an alteration of the air volume. This alteration is translated into forces which are added to the forces of harnessing and releasing the thrust of the waves of the masses, at changes of direction, thereby leading to an increase in the working 25 travel effected by said central floating body. Moreover, the forces that give rise to the change of volume of said captive air, by acting in a direction opposite to the thrust or weight of the submerged tank, assist the direction change of the central floating body at the ends 30 of the wave-travel runs.

In accordance with the objective of the present invention, the system is characterized in that the means for transmitting the movement include a mechanism of belts, chains or cables and pulleys, and a rotation 35 inverter mechanism, provided inside of the central

floating body, linked to the means of conversion of the movement into pneumatic, electrical or hydraulic energy, being the pulleys joined to the structure of vertical guides.

5 Said means for conversion of the movement into pneumatic, electrical or hydraulic energy comprise one pneumatic rotary pump, one electrical generator or one hydraulic pump.

10 Preferably, the system further includes a plurality of peripheral floating bodies, attached to said central floating body by means of tilting attachment structures.

15 The presence of these peripheral floating bodies boosts the system's complemented energy conversion, due to the complementary action exercised between the central floating body and the peripheral floating bodies.

Advantageously, said means of converting the movement into energy further include a number of pneumatic cylinders actuated by said tilting attachment structures.

20 Preferably, said peripheral floating bodies each include two peripheral pneumatic cylinders which compress the air from one of the cylinders of the central floating body, the tilting structure of each one of the floating body cylinders including a bar articulated at one end onto 25 the rod of said cylinder and at the other end onto a lever whose ends are in turn articulated onto the ends of the peripheral pneumatic cylinder rods, with the distance between the two points of articulation onto said bar being substantially the same as the distance between the crest 30 and the trough of a wave.

Advantageously, one of the two peripheral pneumatic cylinders compresses the air from the other peripheral pneumatic cylinder.

Advantageously, each one of the pneumatic cylinders of the central floating body and the two corresponding peripheral pneumatic cylinders constitutes three-stage linear pneumatic pumps.

5 Preferably, the compressed air produced by the system is stored in the chambers of each one of said peripheral floating bodies.

Alternatively, the system further includes a number of reverse osmosis membranes for directly 10 converting the hydraulic energy obtained into desalinated water.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

15 For a better understanding of all that has been explained some drawings are attached which, schematically and solely by way of non-restrictive example, show one practical case of embodiment.

In the drawings,

20 Figure 1 is a section in elevation of a preferred embodiment of the system of the invention, in the calm sea position. Figure 1a is a detail of the floating bodies of that section.

Figure 2 is a section in elevation of a preferred 25 embodiment of the system of the invention, in the trough-of-the-wave position.

Figure 3 is a section in elevation of a preferred embodiment of the system of the invention, in the crest-of-the-wave position.

30 Figure 4 is a schematic view of a cross-section of the upper part of a preferred embodiment of the system of the invention.

## DESCRIPTION OF A PREFERRED EMBODIMENT

Figures 1, 1a, 2, 3 and 4 of this invention show a practical embodiment of the system for multiple harnessing 5 and complemented conversion of energy from sea waves, which includes a central floating body 1, three peripheral floating bodies 2a, 2b, 2c attached to said floating body 1, and a submerged tank 4 for captive air 5, also attached to said central floating body 1 and open at its lower part 10 to permit the entry of sea water 6.

The central floating body 1 is made up of a cylindrical body integrated into another hemispherical body, which also contains captive air 7 inside it and it is opened at its base to permit the entry of sea water 6. 15 The interior of the cylindrical body houses a watertight oval body 8, partly integrated into the hemispherical body. The watertight oval body 8 has inside it, among other components, a rotation inverter mechanism 9 comprising two smooth or toothed wheels which engage two 20 belts, chains or cables 11 attached in turn to the pulleys 10 and hold up the submerged tank 4 at their opposite end. Both the central floating body 1 and the submerged tank 4 move vertically along a rectangular structure 12 made of 25 tubular steel, carbon or fibreglass. Both bodies are dynamically linked through the belts, chains or cables 11 and the pulleys 10. The upper base of the rectangular structure 12 has an acoustic and visual signal, and the structure is anchored at its lower part to concrete structures 13 set on the seabed. Said structure of 30 vertical guides 12 keeps the central floating body 1 and the submerged tank 4 aligned in order to avoid lateral movements.

The rectangular structure 12 is anchored to the concrete structure 13 set down on the seabed by means of 35 the chains 14 and the pulleys 15 which constitute a double

anchorage system that would only act under extreme sea conditions, allowing the system to withstand waves over 14 metres in height.

The three peripheral floating bodies 2a, 2b, 2c 5 are attached to the central floating body 1 via a tilting structure 16 made of steel. The distance between the centre of the central float 1 and the end of the tilting structure 16, attached to the peripheral floats 2a, 2b, 2c, coincides with the nominal distance between troughs 10 and crests of the waves at a given point in the sea.

The central floating body 1 has three pneumatic cylinders 17a, 17b, 17c for compressed-air production and including an air intake 18 at atmospheric pressure. Each one of these cylinders is attached to a peripheral 15 floating body 2a, 2b, 2c by means of the tilting structure 16. This structure 16 includes a bar 19 articulated at one end onto the rod of a pneumatic cylinder 17 of the central body 1, and at the other end onto a lever 20, whose ends are in turn articulated onto the ends of the rods of two 20 peripheral pneumatic cylinders 21a, 21b. These peripheral pneumatic cylinders 21a, 21b are mounted inside each of the peripheral floating bodies 2a, 2b, 2c.

The cylinders, both of the central floating body 1 and of the peripheral floating bodies 2a, 2b, 2c, are 25 driven via the tilting structures 16 which transmit the cyclical movement those bodies make under the action of the sea waves.

The peripheral pneumatic cylinders 21a, 21b compress the air under pressure that comes through the 30 duct 22 of the respective cylinder 17, located in the hemispherical body of the central float 1. The cylinders of the central floating body and of the peripheral floating bodies 2a, 2b, 2c constitute a three-stage linear pneumatic pump which converts the harnessed energy to

pressurised air which is stored in the peripheral floating bodies 2a, 2b, 2c themselves.

The central floating body 1 also has, inside its watertight oval body 8, a three-stage pneumatic rotary pump 23. This pump 23 is driven by a rotation inverter mechanism 9 through a flywheel 24 and a variable speed device which, together with the pulleys 10 and belts, chains or cables 11, transmits the cyclical vertical movement made by the central floating body 1 and the submerged tank 4 due to the action of the sea waves. The compressed air through the pneumatic rotary pump 23 is also stored, via the duct 25, in the peripheral floating bodies 2a, 2b, 2c.

The pressurised air accumulated in the peripheral floating bodies 2a, 2b, 2c is taken to dry land or to a fixed structure through the ducts 26 which carry the pressurised air to a compressed air accumulator tank situated in the coastal zone.

The system of the invention for the generation of energy from sea waves is a system for multiple harnessing and complemented conversion of energy.

The multiple harnessing is due to harnessing the thrust of the waves themselves and of the water-column pressures on the captive air in the submerged tank 4 and the floating body 1. The complemented conversion of energy is due to the complementary action which is exercised:

- between the central floating body 1 and the submerged tank 4;
- between the central floating body 1 and the peripheral floating bodies 2a, 2b, 2c;
- in the central floating body 1 itself, due to the captive air 7 that body contains.

The complemented action between the central floating body 1 and the submerged tank 4 arises from

changes in the pressure of the captive air 5 that tank contains, due to the changes of water column it undergoes.

As Figures 1, 2 and 3 show, the central floating body 1, when it moves driven by the energy of the sea 5 waves, transmits that movement to the submerged tank 4 through the pulleys 10 and the belts, chains or cables 11. The submerged tank 4 moves in inverse direction to the movement of the central floating body 1, so that when the central floating body 1 is driven upwards by the waves the 10 submerged tank 4 moves down and away from the surface. The travel undergone by the submerged tank 4 is the same as that of the central floating body 1, although it must be emphasised that the water column the tank gains under the thrust of the wave is always double the travel effected by 15 the floating body 1.

As the submerged tank 4 moves away from the surface and the water column it bears increases, water 6 enters the tank 4, which gains weight and compresses the captive air 5 contained inside it. When the thrust of the 20 waves on the central floating body 1 decreases, the captive air 5 tends to expand, so that water 6 emerges from the submerged tank 4 and the tank 4 moves closer to the surface, gaining thrust.

The expansion and contraction of the captive air 5 25 in the submerged tank 4, produced by the changes in the volume of air 5 due to the larger or smaller water column borne by the tank 4 as it moves, sets up forces (weight of the tank and thrust of the tank) that are transmitted to the central floating body 1 through the pulleys 10 and the 30 belts, chains or cables 11. These forces are added to the thrust or weight of the central floating body 1 due to the action of the buoyant forces, complementing their effects and increasing the forces harnessed and the effectiveness of the working travel runs.

When the central floating body 1 receives the thrust of the wave and starts its upward travel, the submerged tank 4 starts its downward travel with a corresponding entry of water 6. The increased wave thrust 5 is accompanied by a weight increase in the submerged tank 4, so that at the end of the travel, when the thrust force or buoyant force of the wave is minimal, the weight of the tank 4, at its maximum at that point, then acts in such a way that the thrust force is complemented by the weight of 10 the tank 4. On the other hand, when the wave thrust decreases and the floating body 1 starts its downward travel, the submerged tank 4 starts its upward travel accompanied by an exit of water 6 due to expansion of the compressed captive air 5. The reduced wave thrust is 15 accompanied by increased thrust of the submerged tank 4 (since the water 6 therein empties out with expansion of the compressed air 5), so that at the end of this travel, when the reduction of wave thrust is minimal, the thrust of the tank 4, at its maximum at that point, then acts and 20 that thrust force of the central floating body 1 is thus complemented by the thrust of the tank 4.

Rather than interfering with each other, both the central floating body 1 and the submerged tank 4 boost and complement each other at the centre and at the ends of 25 their respective vertical travel runs, with the thrusts or buoyant forces of the float 1 being added to the additional thrust or weight of the submerged tank 4. This permits considerable harnessing of energy from waves 1.50 m high with frequencies of 8 to 10 waves per minute.

30 The thrusts and weights of the floating body 1 are at their maximum buoyant intensity at the centre of the vertical ascending and descending travel runs of the waves, while the weight and thrust of the submerged tank 4 act in the same direction, but with nil intensity at the 35 centre (thrusts and weight compensated) and maximum

intensity at the ends. There is therefore an alternation of buoyant actions between the floating body 1 and the submerged tank 4 which tends to maintain the intensity of the force throughout the travel of the waves.

5 The complementary action between the central floating body 1 and the peripheral floating bodies 2a, 2b, 2c has its origin:

- in the particular arrangement of the tilting structure which links the peripheral floating bodies 10 2a, 2b, 2c with the central floating body 1;
- in the lower mass and inertia of the peripheral floating bodies 2a, 2b, 2c in relation to the central floating body 1;
- in the simultaneous action of the thrust or buoyant 15 forces and the gravity forces generated by the peripheral floating bodies 2a, 2b, 2c themselves, which are transferred to the central floating body 1 in each vertical run.

The tilting of the peripheral floating bodies 2a, 20 2b, 2c has been arranged at a distance from the central floating body 1 which is equivalent to wavelength of the waves, in such a way that the effects of thrust and gravity coincide on both bodies.

The vertical movement to which the central 25 floating body 1 is subjected due to the thrust forces caused by the waves and the pressures pull the peripheral floating bodies 2a, 2b, 2c in the same direction and manner. Due to their lower mass and inertia, however, these bodies respond first to the thrust and gravity at 30 each direction change. The tilting linkage structures 16, which attach them to the central floating body 1, thus transmit the resulting thrust or buoyant forces to the respective cylinder 17 of the central floating body 1, driving it and producing compressed air at each change of 35 direction or vertical travel.

Furthermore, the peripheral floating bodies 2a, 2b, 2c are subjected to an oscillatory movement due to the undulating movement of the sea and to their dimensions, which coincide with the wavelength of the sea waves. Their 5 ends thus coincide alternately with the crests and/or troughs of the waves. The tilting of the peripheral floating bodies 2a, 2b, 2c on the bars 19 and the lever 20 is transmitted horizontally to the two cylinders 21a, 21b of each peripheral floating body 2a, 2b, 2c, which 10 cylinders compress the compressed air from the respective cylinder 17 of the central floating body 1. As explained above, the cylinders of the central floating body 1 and of the peripheral floating bodies 2a, 2b, 2c constitute a three-stage linear pneumatic pump which convert the energy 15 harnessed into pressurised air. The cylinders of each peripheral floating body 2a, 2b, 2c are connected by connecting ducts 27.

In order to double the air pressure in each stage the surface area of each cylinder has been reduced to half 20 that of the preceding one, thus permitting identical intake and compression strokes to be maintained. Thus, starting from an atmospheric pressure or 1 kg/cm<sup>2</sup> at the intake of the first stage (cylinders 17a, 17b, 17c) and applying forces that surpass the respective torques, the 25 pressure increases to 2 kg/cm<sup>2</sup> in the second stage (cylinder 21a of each of the peripheral floats) and to 4 kg/cm<sup>2</sup> in the third and final stage (cylinder 21b of each of the peripheral floats).

Another complemented action of the system is that 30 which originates in the captive air 7 of the floating body 1. The captive air 7 in the hemispherical body of the central floating body 1 is at atmospheric pressure at the flotation line or line of neutral equilibrium of the whole. However, if it is taken into account that the 35 central floating body 1 is opened at its base to permit

the entry of the sea water 6, it will be understood that any vertical movement of the floating body 1 gives rise to a change in the volume of air 7 which translates into a pressure on the ascent and a depression on the descent, 5 which act on the interior cover of the central floating body 1 dome. The captive air 7 expands or contracts in the interior of the central floating body 1 when it is sucked (during the descent) or subjected to pressure (during the ascent) by the water housed in its interior. The forces 10 set up by the captive air 7 are added to the forces of harnessing and release of the thrust and of the masses, at the direction changes, and therefore mean an increase of the working travel effected by the central floating body 1. Furthermore, the forces to which the captive air 7 give 15 rise on the central floating body 1, by acting in a direction opposite to the thrust or weight of the submerged tank help, at the ends of the travel runs, to overcome and counteract the negative force of the submerged tank 4. That is, they assist the direction 20 change of the central floating body 1.

## CLAIMS

1. System for multiple harnessing and complemented conversion of energy from sea waves, which includes a central floating body (1), means (23) for converting the movement of the system into pneumatic, electrical or hydraulic energy, provided inside same, and means of transmission (26) of said energy to dry land or to a structure, characterised in that it includes a structure 10 of vertical guides (12) along which said central floating body (1) moves, a submerged captive-air (5) tank (4) open at its lower base, held up by said floating body (1) and also movable along said structure of vertical guides (12), means (9, 10, 11, 24) for transmitting the movement of 15 said floating body (1) to said submerged tank (4), with the body (1) and the tank (4) so arranged that the movement of the submerged tank (4) is contrary to that of the central floating body (1), the movement of the central floating body (1) and of the submerged tank (4) being 20 transmitted via said means (9,10,11,24) of transmission of the movement to said means of conversion (23) of the movement into pneumatic, electrical or hydraulic energy.

2. System according to Claim 1, characterised in 25 that said central floating body (1) is opened at its lower base and it includes captive air (7) inside it.

3. System according to Claim 1, characterised in that said means for transmitting the movement include a 30 mechanism of belts, chains or cables (11) and pulleys (10), and a rotation inverter mechanism (9), provided inside of the central floating body (1), linked to the means (23) of conversion of the movement into pneumatic, electrical or hydraulic energy, being the pulleys (10) 35 joined to the structure of vertical guides (12).

4. System according to Claim 3, characterised in that said means for conversion of the movement into pneumatic, electrical or hydraulic energy comprise one pneumatic rotary pump (23), one electrical generator or 5 one hydraulic pump.

5. System according to Claim 1, characterised in that it includes a plurality of peripheral floating bodies (2a, 2b, 2c), attached to said central floating body (1) 10 by means of tilting attachment structures (16).

6. System according to Claim 5, characterised in that said means of converting the movement into energy further include a plurality of pneumatic cylinders (17a, 15 17b, 17c, 21a, 21b) actuated by said tilting attachment structures (16).

7. System according to Claims 5 and 6, characterised in that said peripheral floating bodies (2a, 20 2b, 2c) each include two peripheral pneumatic cylinders (21a, 21b) which compress the air from one of the cylinders (17a, 17b, 17c) of the central floating body (1), the tilting structure (16) of each one of the central floating body (1) cylinders (17a, 17b, 17c) including a 25 bar (19) articulated at one end onto the rod of said cylinder (17) and at the other end onto a lever (20) whose ends are in turn articulated onto the ends of the peripheral pneumatic cylinder (21a, 21b) rods, with the distance between the two points of articulation onto said 30 bar (19) being substantially the same as the distance between the crest and the trough of a wave.

8. System according to Claim 7, characterised in that one of the two peripheral pneumatic cylinders (21a, 21b) compresses the air from the other peripheral pneumatic cylinder.

5

9. System according to Claim 8, characterised in that each one of the pneumatic cylinders (17a, 17b, 17c) of the central floating body (1) and the two corresponding peripheral pneumatic cylinders (21a, 21b) constitutes 10 three-stage linear pneumatic pumps.

10. System according to Claims 8 and 4, characterised in that the compressed air produced by the system is stored in the chambers of each one of said 15 peripheral floating bodies (2a, 2b, 2c).

11. System according to Claim 4, characterised in that the system further includes a number of reverse osmosis membranes for directly converting the hydraulic 20 energy obtained into desalinated water.

Fig.1

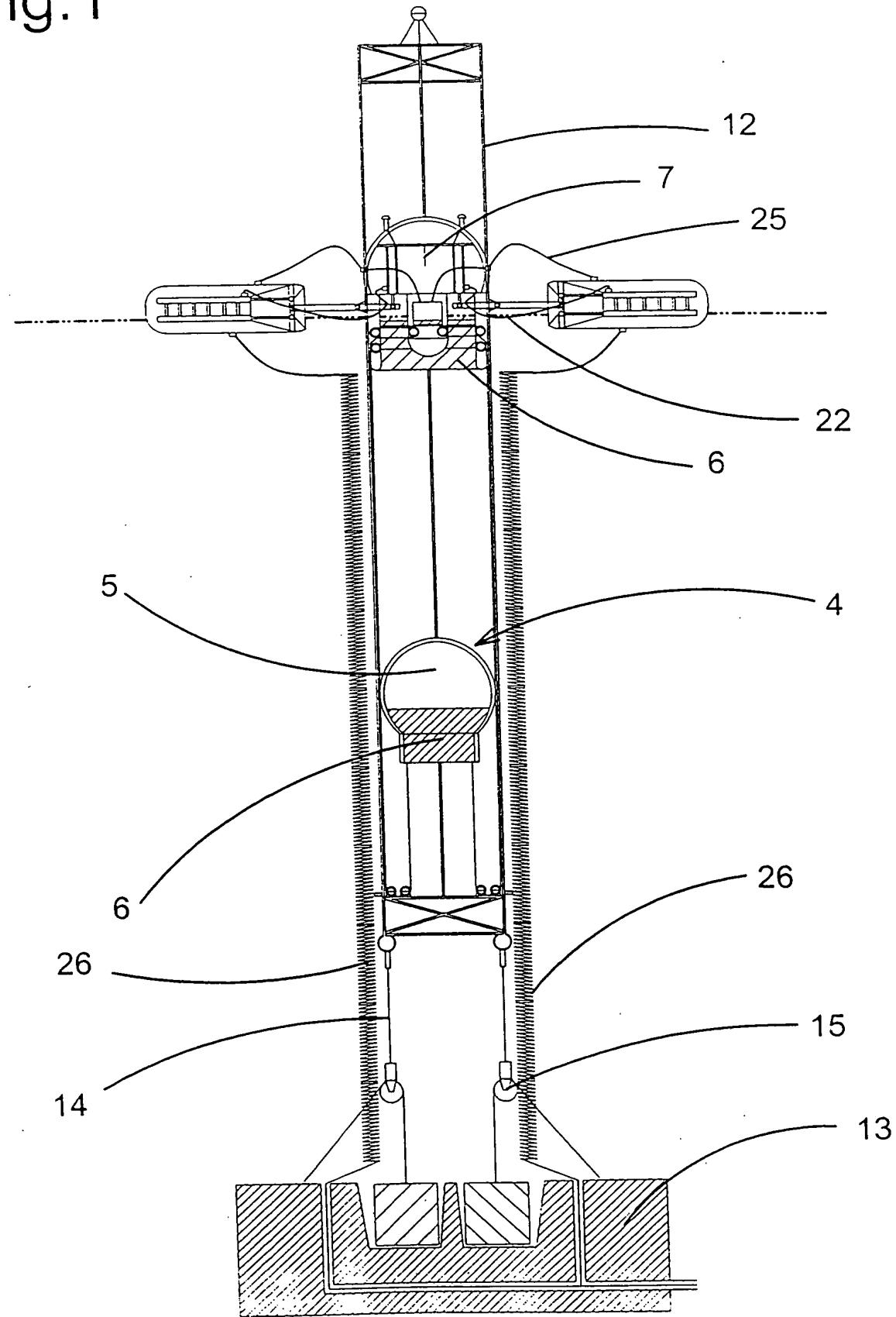


Fig. 1a

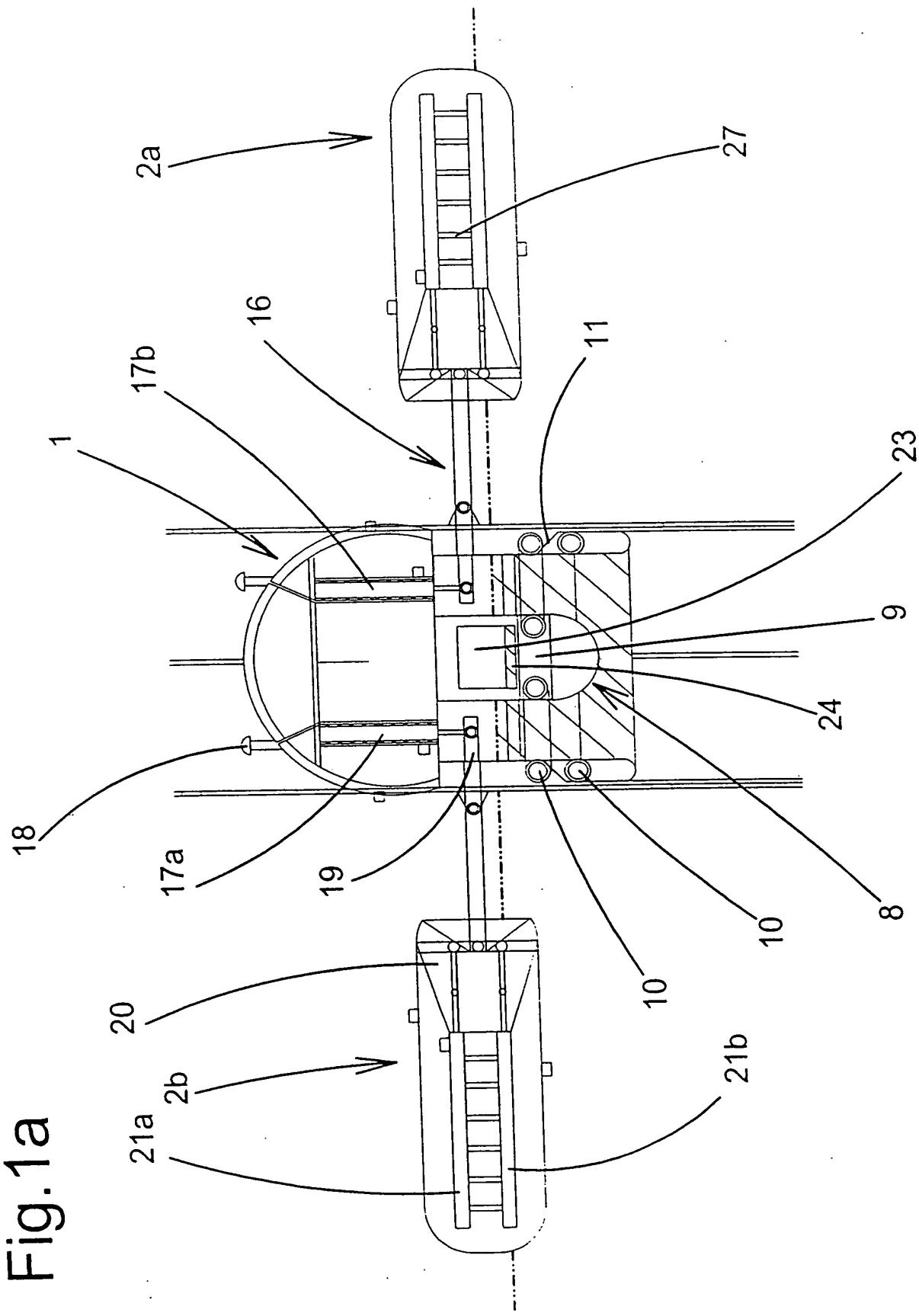


Fig.2

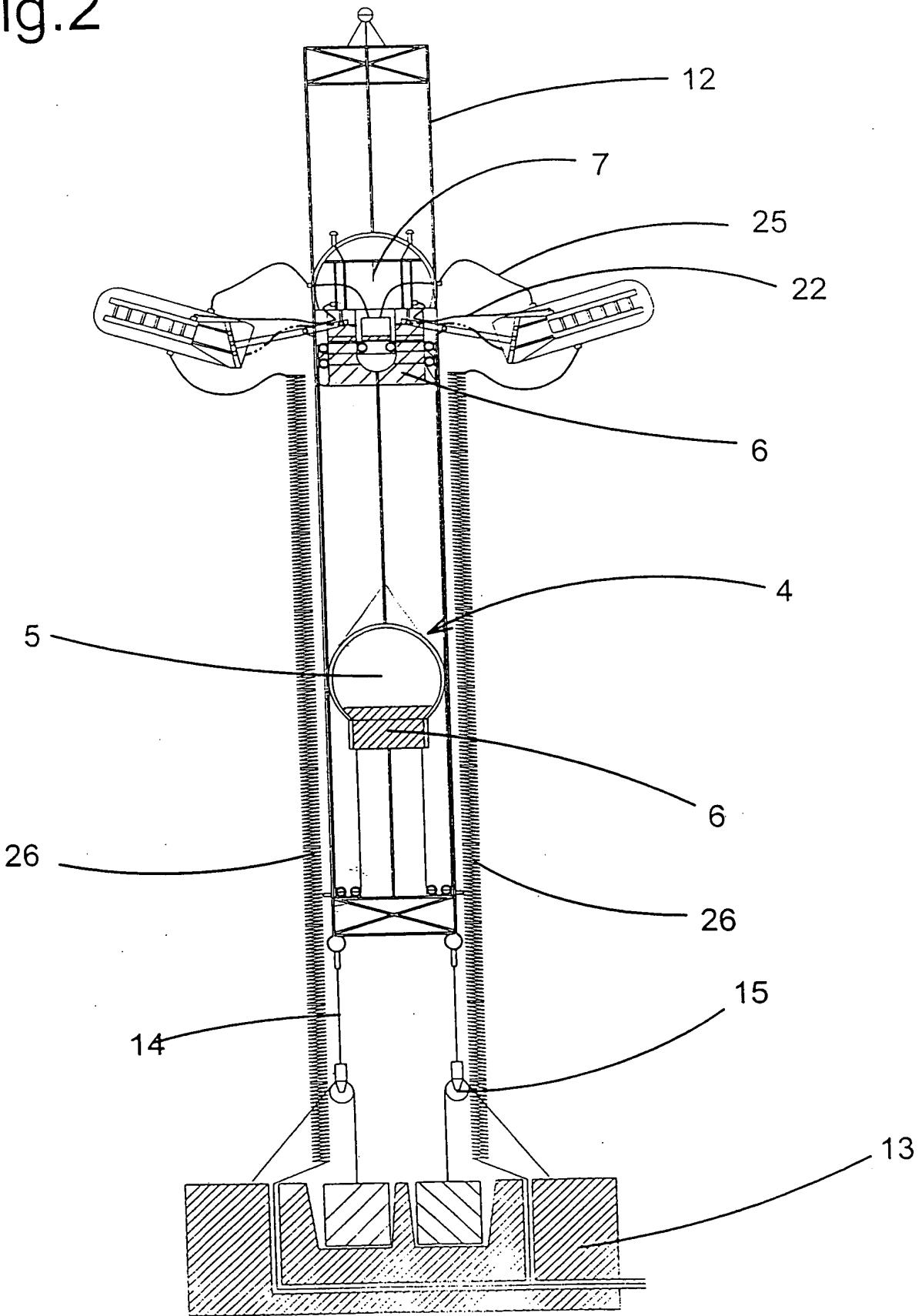


Fig.3

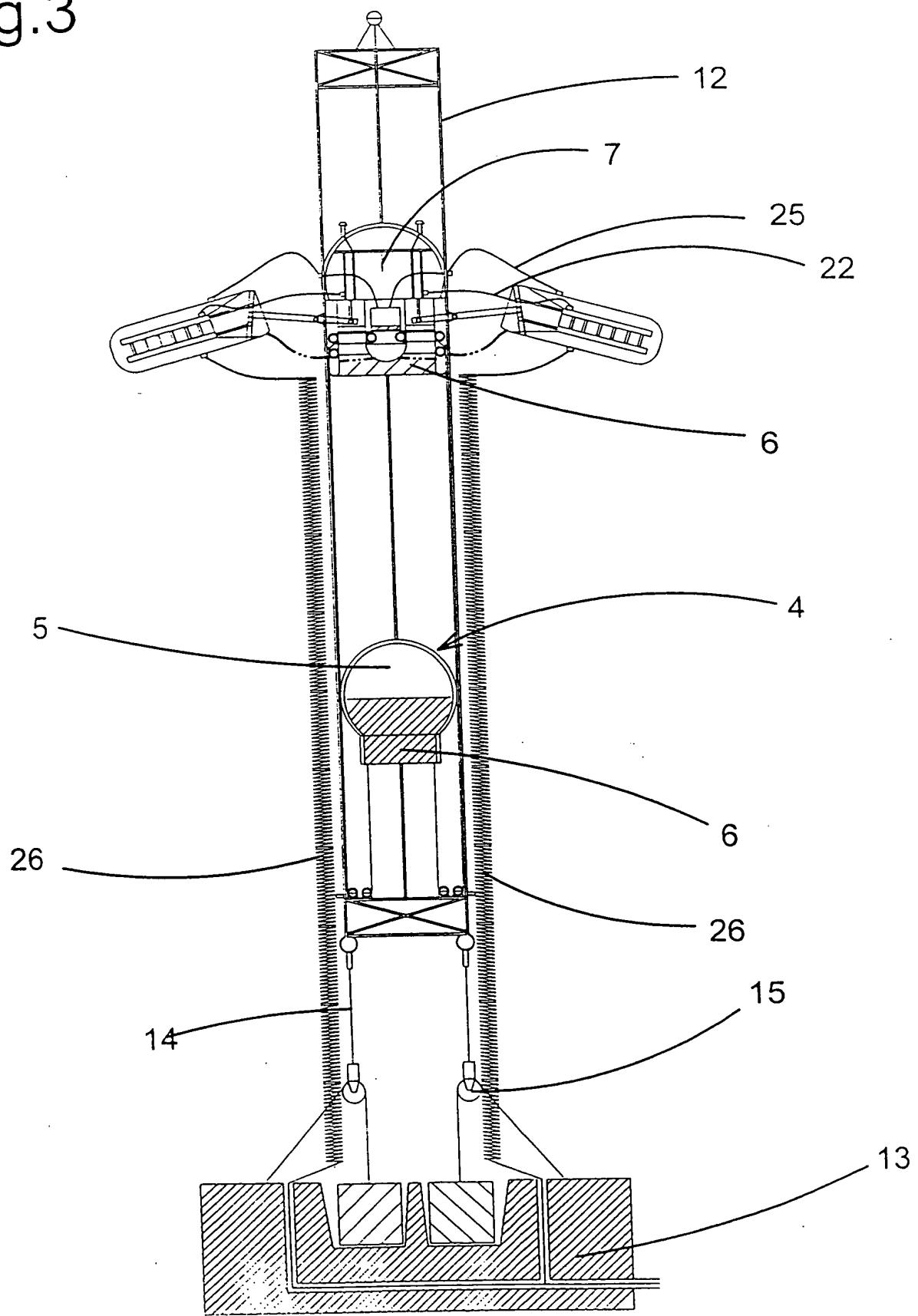
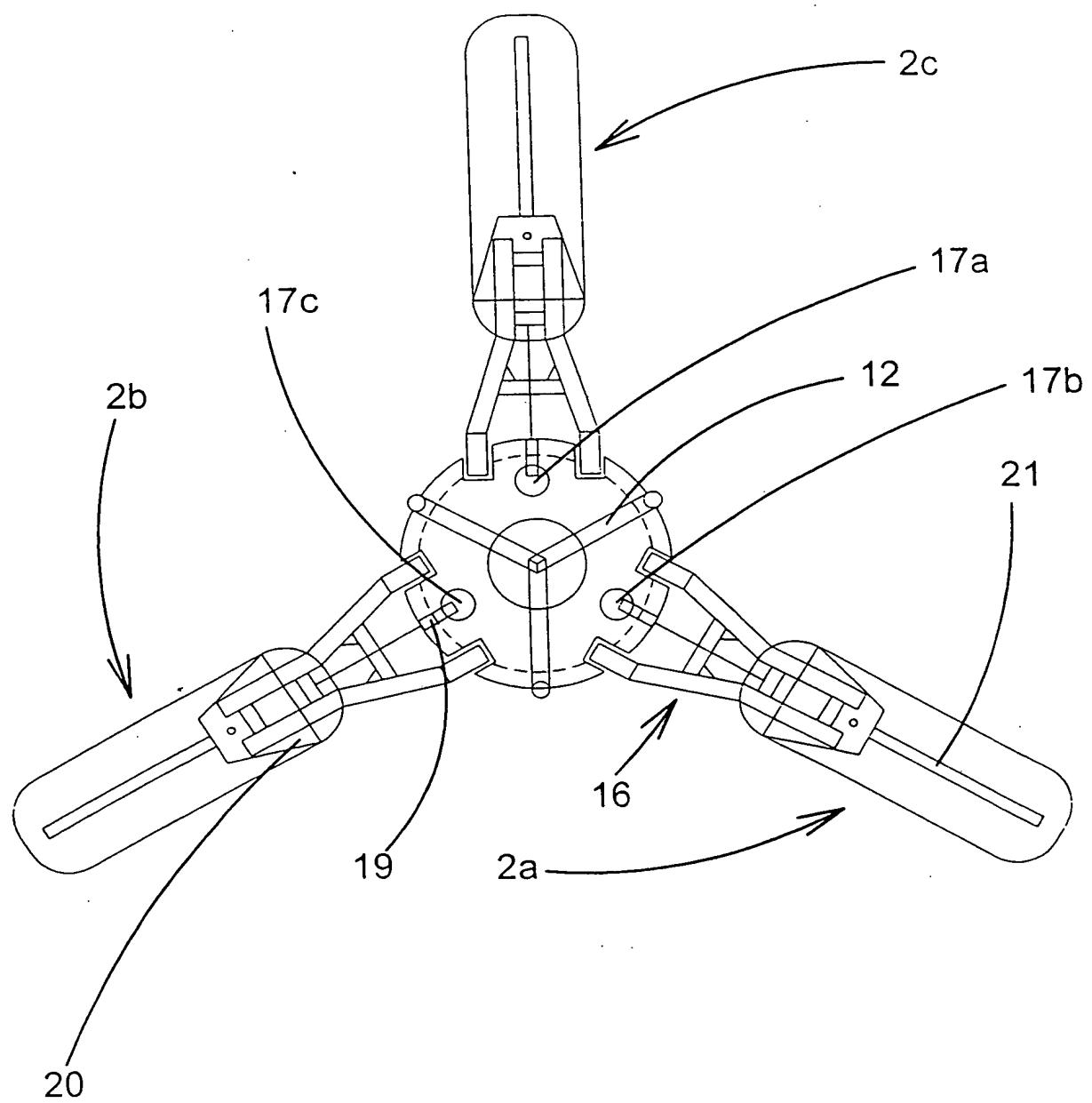


Fig.4





(12)

## SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION

(21) NÚMERO DE SOLICITUD  
**200300051**

(22) FECHA DE PRESENTACIÓN  
**40 FEB. 2003**

(62) PATENTE DE LA QUE ES  
DIVISORIA

(31) NÚMERO

DATOS DE PRIORIDAD

(32) FECHA

(33) PAÍS

(71) SOLICITANTE (S)  
PIPO SYSTEMS, S. L.

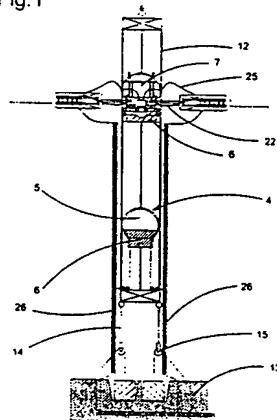
DOMICILIO Parc Tecnològic del Vallès  
CERDANYOLA DEL VALLES

NACIONALIDAD ESPAÑOLA  
08290 BARCELONA ESPAÑA

(72) INVENTOR (ES) JOSE JOAQUIN FERNANDEZ GOMEZ, ABEL CUCURELLA RIPOLL, RAFAEL IBAÑEZ LOSTAL,  
ALFONS GÜELL FERRE, JAVIER FERNANDEZ GOMEZ

(51) Int. Cl.

GRÁFICO (SÓL)



(54) TÍTULO DE LA INVENCIÓN

SISTEMA DE MULTIPLE CAPTACION Y TRANSFORMACION  
COMPLEMENTARIA DE ENERGIA A PARTIR DE LAS OLAS DEL MAR.

(57) RESUMEN

SISTEMA DE MÚLTIPLE CAPTACIÓN Y TRANSFORMACIÓN COMPLEMENTADA DE ENERGÍA A PARTIR DE LAS OLAS DEL MAR.

Sistema de múltiple captación y transformación complementada de energía a partir de las olas del mar, que se caracteriza por el hecho de que comprende una estructura de guías verticales, por la que se desplaza dicho cuerpo flotante central, un depósito sumergido de aire cautivo, sostenido por dicho cuerpo flotante, estando dispuestos dichos cuerpo y depósito de modo que el movimiento del depósito sumergido es de sentido inverso al del cuerpo flotante central, siendo transmitido el movimiento del cuerpo flotante central y del depósito sumergido, a dichos medios de transformación del movimiento en energía neumática, eléctrica o hidráulica. El sistema presenta una elevada eficacia de captación de energía.

SISTEMA DE MÚLTIPLE CAPTACIÓN Y TRANSFORMACIÓN  
COMPLEMENTADA DE ENERGÍA A PARTIR DE LAS OLAS DEL MAR.

La presente invención se refiere a un sistema de 5 múltiple captación y transformación complementada de energía a partir de las olas del mar.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Son conocidos sistemas de generación de energía a 10 partir de las olas del mar basados en la utilización de las fuerzas boyantes que actúan sobre un cuerpo flotante anclado o lastrado al fondo del mar. El recorrido de trabajo que efectúa el cuerpo flotante debido a la acción de las fuerzas boyantes se aprovecha para obtener energía.

15 Sin embargo, dichos sistemas simples que captan la energía por flotación, presentan el inconveniente de que el recorrido empleado en captar fuerza, reduce, de forma proporcional, el recorrido dedicado a realizar trabajo. Por este motivo, la capacidad de los generadores boyantes 20 se ve limitada en todo momento por las dimensiones del cuerpo flotante, la altura de las olas y la frecuencia por minuto de éstas.

Los sistemas de generación de energía que aprovechan las fuerzas boyantes son sistemas limpios, y 25 simples, pero poco competitivos, si se tiene en cuenta las dimensiones necesarias y la escasa captación de energía. Se trata de técnicas que precisan de un notable incremento en la captación y transformación de energía que haga rentable la instalación.

30 Son conocidos sistemas como los descritos anteriormente, que comprenden al menos un cuerpo flotante lastrado o anclado al fondo del mar, y medios para la transformación del movimiento vertical del cuerpo flotante en energía neumática, eléctrica o hidráulica.

35 Dichos sistemas, sin embargo, presentan el

inconveniente de que sólo captan y transforman una parte de las fuerzas naturales que contienen las olas, las debidas al empuje, también nombradas fuerzas boyantes.

También son conocidos sistemas de generación de 5 energía a partir de las olas del mar que, en lugar de las fuerzas boyantes, aprovechan las fuerzas naturales producto de los cambios de columna de agua que ocasionan las olas del mar. Dichos sistemas, sin embargo, vuelven a presentar el inconveniente de que realizan una captación 10 parcial de la energía contenida en las olas del mar.

No son conocidos sistemas de generación de energía a partir de las olas del mar que aprovechen, tanto las fuerzas boyantes, como las fuerzas naturales producto de los cambios de columna de agua, que ocasionan las olas del 15 mar.

#### DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

El objetivo de la presente invención es resolver los inconvenientes mencionados, desarrollando un sistema 20 de múltiple captación y transformación complementada de energía a partir de las olas del mar, que aprovecha, además de las fuerzas boyantes, las fuerzas producto de los cambios de columna de agua que ocasionan las olas del mar.

25 De acuerdo con este objetivo, el sistema de la presente invención se caracteriza por el hecho de que comprende una estructura de guías verticales, por la que se desplaza dicho cuerpo flotante central, un depósito sumergido de aire cautivo abierto por su base inferior, 30 sostenido por dicho cuerpo flotante, y también desplazable por dicha estructura de guías verticales, medios de transmisión del movimiento de dicho cuerpo flotante a dicho depósito sumergido, estando dispuestos dichos cuerpo y depósito de modo que el movimiento del depósito 35 sumergido es de sentido inverso al del cuerpo flotante,

siendo transmitido el movimiento del cuerpo flotante central y del depósito sumergido, a través de dichos medios de transmisión del movimiento, a dichos medios de transformación del movimiento en energía neumática, 5 eléctrica o hidráulica.

Gracias a estas características, el sistema presenta una elevada eficacia de captación de energía puesto que consigue captar, a bajo coste, la mayor parte de la energía presente en una fuente de energía renovable, 10 como es la energía contenida en las olas del mar. Se trata de un sistema que permite la captación múltiple y la transformación complementada de energía.

La captación múltiple de energía es la debida al propio impulso de las olas y la debida a las presiones de 15 la columna de agua sobre el aire cautivo del depósito sumergido. La transformación complementada de energía es debida a la acción complementada que se ejerce entre el cuerpo flotante central y el depósito sumergido.

De acuerdo con la invención el sistema se 20 caracteriza por el hecho de que dicho cuerpo flotante central está abierto por su base inferior y comprende aire cautivo en su interior.

Gracias a que el cuerpo flotante central comprende aire cautivo en su interior y a que está abierto por su 25 base, cualquier movimiento vertical produce una variación de volumen del aire. Dicha variación se traduce en unas fuerzas que se suman a las fuerzas de captación y dejación del empuje de la ola y de las masas, en los cambios de sentido, por lo que suponen un incremento del recorrido de 30 trabajo que efectúa dicho cuerpo flotante central. Además, las fuerzas que origina el cambio de volumen de dicho aire cautivo, al actuar en sentido opuesto al empuje o peso del depósito sumergido, ayudan al cambio de sentido del cuerpo flotante central, en los extremos de los recorridos de las 35 olas.

De acuerdo con el objetivo de la presente invención, el sistema se caracteriza por el hecho de que los medios de transmisión del movimiento comprenden un mecanismo de correas, cadenas o cables y poleas, y un 5 mecanismo inversor de giro, dispuesto en el interior del cuerpo flotante central, unido a los medios de transformación del movimiento en energía neumática, eléctrica o hidráulica, estando las poleas unidas a la estructura de guías verticales.

10       Dichos medios de transformación del movimiento en energía neumática, eléctrica o hidráulica, comprenden una bomba rotativa neumática, un generador eléctrico o una bomba hidráulica.

15       Preferiblemente, el sistema comprende, además, una pluralidad de cuerpos flotantes periféricos, unidos a dicho cuerpo flotante central mediante unas estructuras basculantes de unión.

20       La presencia de estos cuerpos flotantes periféricos potencia la transformación complementada de energía del sistema, debido a la acción complementada que se ejerce entre el cuerpo flotante central y los cuerpos flotantes periféricos.

25       Ventajosamente, dichos medios de transformación del movimiento en energía comprenden, además, una pluralidad de cilindros neumáticos, accionados por dichas estructuras basculantes de unión.

30       Preferiblemente, dichos cuerpos flotantes periféricos comprenden cada uno dos cilindros neumáticos periféricos que comprimen el aire procedente de uno de los cilindros del cuerpo flotante central, comprendiendo la estructura basculante de cada uno de los cilindros del cuerpo flotante, una barra articulada por un extremo en el vástago de dicho cilindro, y por el otro extremo, en una palanca cuyos extremos están articulados en los extremos 35 de los vástagos de los cilindros neumáticos periféricos,

siendo la distancia entre los dos puntos de articulación de las citada barra, substancialmente coincidente con la distancia entre la cresta y el seno de una ola.

Ventajosamente, uno de dichos dos cilindros 5 neumáticos periféricos comprime el aire procedente del otro cilindro neumático periférico.

Ventajosamente, cada uno de los cilindros neumáticos del cuerpo flotante central y los dos cilindros neumáticos periféricos correspondientes, constituyen 10 sendas bombas neumáticas lineales de tres etapas.

Preferiblemente, el aire comprimido producido por el sistema se almacena en las cámaras de cada uno de dichos cuerpos flotantes periféricos.

Alternativamente, el sistema comprende, además, 15 una pluralidad de membranas de osmosi inversa para la transformación directa, en agua desalada, de la energía hidráulica obtenida.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 Para mayor comprensión de cuanto se ha expuesto se acompañan unos dibujos en los que, esquemáticamente y sólo a título de ejemplo no limitativo, se representa un caso práctico de realización.

En dichos dibujos,  
25 la figura 1 es una sección en alzado de una realización preferida del sistema de la invención, en la posición de mar quieta. La figura 1a es un detalle de los cuerpos flotantes de dicha sección.

la figura 2 es una sección en alzado de una 30 realización preferida del sistema de la invención en la posición del seno de la ola.

la figura 3 es una sección en alzado de una realización preferida del sistema de la invención en la posición de la cresta de la ola.

35 la figura 4 es una vista esquemática de una

sección transversal de la parte superior de una realización preferida del sistema de la invención.

#### DESCRIPCION DE UNA REALIZACIÓN PREFERIDA

5 Las figuras 1, 1a, 2, 3 y 4 de la presente invención muestran una realización preferida del sistema de múltiple captación y transformación complementada de energía a partir de las olas del mar que comprende un cuerpo flotante central 1, tres cuerpos flotantes 10 periféricos 2a, 2b, 2c, unidos a dicho cuerpo flotante 1, y un depósito sumergido 4 de aire cautivo 5, también unido a dicho cuerpo flotante central 1 y abierto por su parte inferior para permitir la entrada de agua marina 6.

15 El cuerpo flotante central 1 está formado por un cuerpo cilíndrico integrado en otro cuerpo semiesférico que también contiene aire cautivo 7 en su interior y se encuentra abierto por su base para permitir la entrada de agua marina 6. El cuerpo cilíndrico aloja en su interior un cuerpo oval estanco 8, integrado en una parte en el 20 cuerpo semiesférico. Dicho cuerpo oval estanco 8 comprende en su interior, entre otros componentes, un mecanismo inversor de giro 9 que comprende dos ruedas lisas o dentadas que están engranadas a dos correas, cadenas o cables 11 que a su vez están unidas a las poleas 10 y 25 sostienen, en su extremo opuesto, al depósito sumergido 4.

30 Tanto el cuerpo flotante central 1 como el depósito sumergido 4, se desplazan verticalmente por una estructura rectangular 12 de acero tubular, carbono o fibra de vidrio. Los dos cuerpos están dinámicamente unidos a través de las correas, cadenas o cables 11 y de las poleas 10. La estructura rectangular 12 dispone en su base superior de un señalizador acústico y visual, y está anclada por su parte inferior a unas estructuras de hormigón 13 instaladas en el fondo del mar. Dicha 35 estructura de guías verticales 12 mantiene alineados el

cuerpo flotante central 1 y el depósito sumergido 4 para evitar desplazamientos laterales.

La estructura rectangular 12 está anclada a la estructura de hormigón 13, depositada en el fondo del mar, 5 mediante las cadenas 14 y las poleas 15 que constituyen un sistema de anclaje doble que sólo actuaría en condiciones de mar extremas, permitiendo soportar olas de más de 14 metros.

Los tres cuerpos flotantes periféricos 2a, 2b, 2c, 10 están unidos al cuerpo flotante central 1 a través de una estructura basculante 16 de acero. La distancia entre el centro del flotador central 1 y el extremo de la estructura basculante 16, unido a los flotadores periféricos 2a, 2b, 2c, coincide con la distancia nominal 15 entre senos y crestas de las olas en un punto dado del mar.

El cuerpo flotante central 1 dispone de tres cilindros neumáticos 17a, 17b, 17c en su interior para la producción de aire comprimido, que comprenden la admisión 20 18 de aire a presión atmosférica. Cada uno de estos cilindros está unido a un cuerpo flotante periférico 2a, 2b, 2c, mediante la estructura basculante 16. Dicha estructura 16 comprende una barra 19, articulada, por un extremo, en el vástago de un cilindro neumático 17 del 25 cuerpo central 1, y por el otro extremo, en una palanca 20, cuyos extremos, a su vez, están articulados en los extremos de los vástagos de dos cilindros neumáticos periféricos 21a, 21b. Dichos cilindros neumáticos periféricos 21a, 21b están dispuestos en el interior de 30 cada uno de dichos cuerpos flotantes periféricos 2a, 2b, 2c.

El accionamiento de los cilindros, tanto los del cuerpo flotante central 1 como los de los cuerpos flotantes periféricos 2a, 2b, 2c, se lleva a cabo a través 35 de las estructuras basculantes 16 que transmiten el

movimiento cíclico efectuado por dichos cuerpos debido a la acción de las olas del mar.

Los cilindros neumáticos periféricos 21a, 21b comprimen el aire a presión procedente, a través del 5 conducto 22, del cilindro 17 respectivo, ubicado en el cuerpo semiesférico del flotador central 1. Los cilindros del cuerpo flotante central 1 y de los cuerpos flotantes periféricos 2a, 2b, 2c, constituyen una bomba neumática lineal de tres etapas que transforma las energías captadas 10 en aire a presión que se almacena en los mismos cuerpos flotantes periféricos 2a, 2b, 2c.

El cuerpo flotante central 1 dispone también, en el interior de su cuerpo oval estanco 8, de una bomba rotativa neumática de tres etapas 23. Dicha bomba 23 es 15 accionada por el mecanismo inversor de giro 9 a través de un volante de inercia 24 y de un variador de velocidad que transmite, junto con las poleas 10 y correas, cadenas o cables 11, el movimiento vertical cíclico efectuado por el cuerpo flotante central 1 y el depósito sumergido 4, 20 debido a la acción de las olas del mar. El aire comprimido por la bomba rotativa neumática 23 se almacena también en los cuerpos flotantes periféricos 2a, 2b, 2c, a través del conducto 25.

El aire a presión acumulado en los cuerpos 25 flotantes periféricos 2a, 2b, 2c es conducido hasta tierra firme o una estructura fija mediante los conductos 26 que transportan dicho aire a un depósito acumulador de aire comprimido situado en la zona costera.

El sistema de generación de energía a partir de 30 las olas del mar de la presente invención es un sistema de múltiple captación y transformación complementada de energía.

La captación múltiple de energía es debida a la captación del propio impulso de las olas, y de las 35 presiones de la columna de agua sobre el aire cautivo del

depósito sumergido 4 y del cuerpo flotante 1. La transformación complementada de energía es debida a la acción complementada que se ejerce:

- 5 ▪ entre el cuerpo flotante central 1 y el depósito sumergido 4.
- entre el cuerpo flotante central 1 y los cuerpos flotantes periféricos 2a, 2b, 2c.
- en el propio cuerpo flotante central 1, debida al aire cautivo 7 que contiene dicho cuerpo.

10 La acción complementada entre el flotador central 1 y el depósito sumergido 4 tiene su origen en los cambios de presión del aire cautivo 5 que contiene dicho depósito debido a los cambios de la columna de agua que soporta.

Tal y como está representado en las figuras 1, 2 y 15 3, el cuerpo flotante central 1, al moverse impulsado por la energía de las olas del mar, transmite dicho movimiento al depósito sumergido 4 a través de las poleas 10 y de las correas, cadenas o cables 11. El depósito sumergido 4 se mueve en sentido inverso a como lo hace el cuerpo flotante 20 central 1. De tal modo que, cuando el cuerpo flotante central 1 es impulsado hacia arriba por las olas, el depósito sumergido 4 se aleja de la superficie. El recorrido efectuado por el depósito sumergido 4 es el mismo que el del cuerpo flotante central 1, sin embargo, 25 hay que tener muy en cuenta que la columna de agua que gana dicho depósito debido al impulso de la ola, siempre corresponde al doble del recorrido efectuado por el cuerpo flotante 1.

Al alejarse de la superficie y crecer la columna 30 de agua que soporta el depósito sumergido 4, entra agua 6 en dicho depósito 4, ganando peso y comprimiéndose el aire cautivo 5 que contiene. Cuando el empuje de las olas sobre el cuerpo flotante central 1 decrece, el aire cautivo 5 tiende a expandirse, con lo que sale agua 6 del depósito 35 sumergido 4, y éste se acerca a la superficie, ganando

empuje.

La expansión y contracción del aire cautivo 5 en el depósito sumergido 4, producido por los cambios en el volumen de aire 5 debido a la mayor o menor columna de agua que soporta el depósito 4 al desplazarse, genera unas fuerzas (peso del depósito y empuje del depósito) que se transmiten al cuerpo flotante central 1 a través de las poleas 10, de las correas, cadenas o cables 11 y del mecanismo inversor de giro 9. Dichas fuerzas se suman al empuje o peso del cuerpo flotante central 1 debido a la acción de las fuerzas boyantes, complementando sus efectos e incrementando las fuerzas captadas y la efectividad de los recorridos de trabajo.

Cuando el cuerpo flotante central 1 recibe el impulso de la ola e inicia su recorrido ascendente, el depósito sumergido 4 inicia su recorrido descendente con la correspondiente entrada de agua 6. Al aumento de empuje de la ola le corresponde el aumento de peso del depósito sumergido 4, de tal modo que en el extremo de este recorrido, cuando la fuerza de empuje o fuerza boyante de la ola es mínima, actúa entonces el peso del depósito 4 que en este punto es máximo, viéndose, por lo tanto, complementada dicha fuerza de empuje por el peso del depósito 4. Por el contrario, cuando el impulso de la ola decrece y el cuerpo flotante 1 inicia su recorrido descendente, el depósito sumergido 4 inicia su recorrido ascendente con la correspondiente salida de agua 6 debida a la expansión del aire cautivo 5 comprimido. A la disminución del empuje de la ola le corresponde el aumento del empuje del depósito sumergido 4 (puesto que éste se vacía de agua 6 con la expansión del aire 5 comprimido), de tal modo que en el extremo de este recorrido, cuando la disminución del empuje de la ola es mínimo, actúa entonces el empuje del depósito 4 que en este punto es máximo, viéndose, por lo tanto, complementada dicha fuerza de

empuje del cuerpo flotante central 1 por el empuje del depósito 4.

Tanto el cuerpo flotante central 1 como el depósito sumergido 4, en lugar de interferirse, se 5 potencian y complementan en el centro y en los extremos de los recorridos verticales respectivos, al sumarse los empujes o fuerzas boyantes del flotador 1, al aumento de empuje o peso del depósito sumergido 4. Ello permite captaciones considerables de energía a partir de olas de 10 1,50 m y frecuencias de 8 a 10 olas por minuto.

Los empujes y pesos del cuerpo flotante 1 tienen su máxima intensidad boyante en el centro de los recorridos verticales de ascenso y descenso de las olas, mientras que el peso y el empuje del depósito sumergido 4 15 actúan en el mismo sentido, pero con intensidad nula en el centro (empujes y pesos compensados), y máxima, en los extremos. Por lo tanto, se produce una alternancia de las acciones boyantes entre el cuerpo flotante 1 y el depósito sumergido 4, que tiende a mantener la intensidad de la 20 fuerza durante la totalidad de los recorridos de las olas.

La acción complementada entre el flotador central 1 y los cuerpos flotantes periféricos 2a, 2b, 2c, tiene su origen:

- 25       ■ en la particular disposición de la estructura basculante 16 que une los cuerpos flotantes periféricos 2a, 2b y 2c con el flotador central 1.
- 30       ■ en la menor masa e inercia de dichos cuerpos flotantes periféricos 2a, 2b, 2c respecto del flotador central 1.
- 35       ■ en la acción simultánea de las fuerzas de empuje o boyantes, y de gravedad, generadas por los propios flotadores periféricos 2a, 2b, 2c, que son transferidas al flotador central 1 en cada recorrido vertical.

La basculación de los cuerpos flotantes periféricos 2a, 2b, 2c, se ha dispuesto a una distancia del cuerpo flotante central 1 que equivale a la longitud de onda de las olas, de tal forma, que los efectos del 5 empuje y la gravedad son coincidentes en los dos cuerpos.

El movimiento vertical al que está sometido el cuerpo flotante central 1 debido a las fuerzas de empuje provocadas por las olas y las presiones, arrastra en la misma dirección y sentido a los cuerpos flotantes 10 periféricos 2a, 2b, 2c. Éstos, sin embargo, debido a su menor masa e inercia, responden antes al empuje y la gravedad en cada cambio de sentido. Con ello, las estructuras basculantes de unión 16, que les unen con el cuerpo flotante central 1, transmiten las fuerzas de 15 empuje o boyantes resultantes sobre el cilindro 17 respectivo del cuerpo flotante central 1, accionándolo y produciendo aire comprimido en cada cambio de sentido o recorrido vertical.

Por otro lado, los cuerpos flotantes periféricos 20 2a, 2b, 2c, se ven sometidos a un movimiento oscilatorio debido al movimiento ondulatorio del mar y a sus dimensiones, las cuales coinciden con la longitud de onda de las olas del mar. De este modo, sus extremos coinciden alternativamente con las crestas y/o senos de las olas. La 25 propia basculación de los cuerpos flotantes periféricos 2a, 2b, 2c sobre las barras 19 y la palanca 20, es transmitida horizontalmente a los dos cilindros 21a, 21b de cada cuerpo flotante periférico 2a, 2b, 2c, que comprimen el aire comprimido procedente del cilindro 17 30 respectivo del cuerpo flotante central 1. Tal y como ya se ha comentado anteriormente, los cilindros del cuerpo flotante central 1 y de los cuerpos flotantes periféricos 2a, 2b, 2c, constituyen una bomba neumática lineal de tres etapas que transforma las energías captadas en aire a 35 presión. Los cilindros 21a y 21b de cada flotador

periférico, se encuentran conectados mediante unos pasos de conexión 27.

Al objeto de duplicar la presión del aire en cada etapa, se ha reducido la superficie de cada cilindro a la mitad del anterior, ello permite mantener idénticas carreras de admisión y compresión. Así, partiendo de la presión atmosférica de 1 Kg/cm<sup>2</sup> en la admisión de la primera etapa (cilindros 17a, 17b, 17c), aplicando unas fuerzas que superen los pares respectivos, se pasa a 2 Kg/cm<sup>2</sup> en la segunda etapa (cilindro 21a de cada uno de los flotadores periféricos) y a 4 Kg/cm<sup>2</sup> en la tercera y última etapa (cilindro 21b de cada uno de los flotadores periféricos).

Otra acción complementada del sistema es la que 15 tiene origen en el aire cautivo 7 del cuerpo flotante 1.

El aire cautivo 7 del cuerpo semiesférico del flotador central 1 está a presión atmosférica en la línea de flotación o de equilibrio indiferente del conjunto. Sin embargo, si tenemos en cuenta que el cuerpo flotante 20 central 1 se encuentra abierto por su base para permitir la entrada de agua 6, se entiende que cualquier movimiento vertical del cuerpo flotante 1 produce una variación del volumen de aire 7 que se traduce en una presión en el ascenso y en una depresión en el descenso, que actúan en 25 la cubierta interior de la cúpula del flotador central 1. El aire cautivo 7 se expande o contrae en el interior de dicho flotador central 1 al ser succionado (durante el descenso) o presionado (durante el ascenso) por el agua 6 alojada en su interior. Las fuerzas que origina el aire 30 cautivo 7 se suman a las fuerzas de captación y dejación del empuje y de las masas, en los cambios de sentido, por lo que suponen un incremento del recorrido de trabajo que efectúa el cuerpo flotante central 1. Además, las fuerzas que origina dicho aire cautivo 7 sobre el cuerpo flotante 35 1, al actuar en sentido opuesto al empuje o peso del

depósito sumergido, ayudan, en los extremos de los recorridos, a vencer y contrarrestar la fuerza negativa del depósito sumergido 4. Es decir ayudan al cambio de sentido del cuerpo flotante central 1.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema de múltiple captación y transformación complementada de energía a partir de las olas del mar, que 5 comprende un cuerpo flotante central (1), medios (23) para la transformación del movimiento del sistema en energía neumática, eléctrica o hidráulica, dispuestos en el interior del mismo, y medios de transmisión (26) de dicha energía hasta tierra firme o una estructura, caracterizado 10 por el hecho de que comprende una estructura de guías verticales (12), por la que se desplaza dicho cuerpo flotante central (1), un depósito sumergido (4) de aire cautivo (5) abierto por su base inferior, sostenido por dicho cuerpo flotante (1), y también desplazable por dicha 15 estructura de guías verticales (12), medios (9, 10, 11, 24) de transmisión del movimiento de dicho cuerpo flotante (1) a dicho depósito sumergido (4), estando dispuestos dichos cuerpo (1) y depósito (4) de modo que el movimiento del depósito sumergido (4) es de sentido inverso al del 20 cuerpo flotante central (1), siendo transmitido el movimiento del cuerpo flotante central (1) y del depósito sumergido (4), a través de dichos medios (9, 10, 11, 24) de transmisión del movimiento, a dichos medios de transformación (23) del movimiento en energía neumática, 25 eléctrica o hidráulica.

2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que dicho cuerpo flotante central (1) está abierto por su base inferior y comprende 30 aire cautivo (7) en su interior.

3. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que dichos medios de transmisión del movimiento comprenden un mecanismo de 35 correas, cadenas o cables (11) y poleas (10), y un

mecanismo inversor de giro (9), dispuesto en el interior del cuerpo flotante central (1), unido a los medios (23) de transformación del movimiento en energía neumática, eléctrica o hidráulica, estando las poleas (10) unidas a 5 la estructura de guías verticales (12).

4. Sistema según la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de que dichos medios de transformación del movimiento en energía neumática, 10 eléctrica o hidráulica, comprenden una bomba rotativa neumática (23), un generador eléctrico o una bomba hidráulica.

5. Sistema según la reivindicación 1, 15 caracterizado por el hecho de que el sistema comprende, además, una pluralidad de cuerpos flotantes periféricos (2a, 2b, 2c), unidos a dicho cuerpo flotante central (1) mediante unas estructuras basculantes de unión (16).

20 6. Sistema según la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que dichos medios de transformación del movimiento en energía comprenden, además, una pluralidad de cilindros neumáticos (17a, 17b, 17c, 21a, 21b), accionados por dichas estructuras 25 basculantes de unión (16).

7. Sistema según la reivindicación 5 y 6, caracterizado por el hecho de que dichos cuerpos flotantes periféricos (2a, 2b, 2c) comprenden cada uno dos cilindros 30 neumáticos periféricos (21a, 21b) que comprimen el aire procedente de uno de los cilindros (17a, 17b, 17c) del cuerpo flotante central (1), comprendiendo la estructura basculante (16) de cada uno de los cilindros (17a, 17b, 17c) del cuerpo flotante central (1), una barra (19) 35 articulada por un extremo en el vástago de dicho cilindro

(17), y por el otro extremo, en una palanca (20) cuyos extremos están articulados en los extremos de los vástagos de los cilindros neumáticos periféricos (21a, 21b), siendo la distancia entre los dos puntos de articulación de la 5 citada barra (19), substancialmente coincidente con la distancia entre la cresta y el seno de una ola.

8. Sistema según la reivindicación 7, caracterizado por el hecho de que uno de dichos dos 10 cilindros neumáticos periféricos (21a, 21b) comprime el aire procedente del otro cilindro neumático periférico.

9. Sistema según la reivindicación 8, caracterizado por el hecho de que cada uno de los 15 cilindros neumáticos (17a, 17b, 17c) del cuerpo flotante central (1) y los dos cilindros neumáticos periféricos (21a, 21b) correspondientes, constituyen sendas bombas neumáticas lineales de tres etapas.

20 10. Sistema según la reivindicación 8 y 4, caracterizado por el hecho de que el aire comprimido producido por el sistema se almacena en las cámaras de cada uno de dichos cuerpos flotantes periféricos (2a, 2b, 2c).

25

11. Sistema según la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que el sistema comprende, además, una pluralidad de membranas de osmosi inversa para la transformación directa, en agua desalada, de la energía 30 hidráulica obtenida.

Fig.1

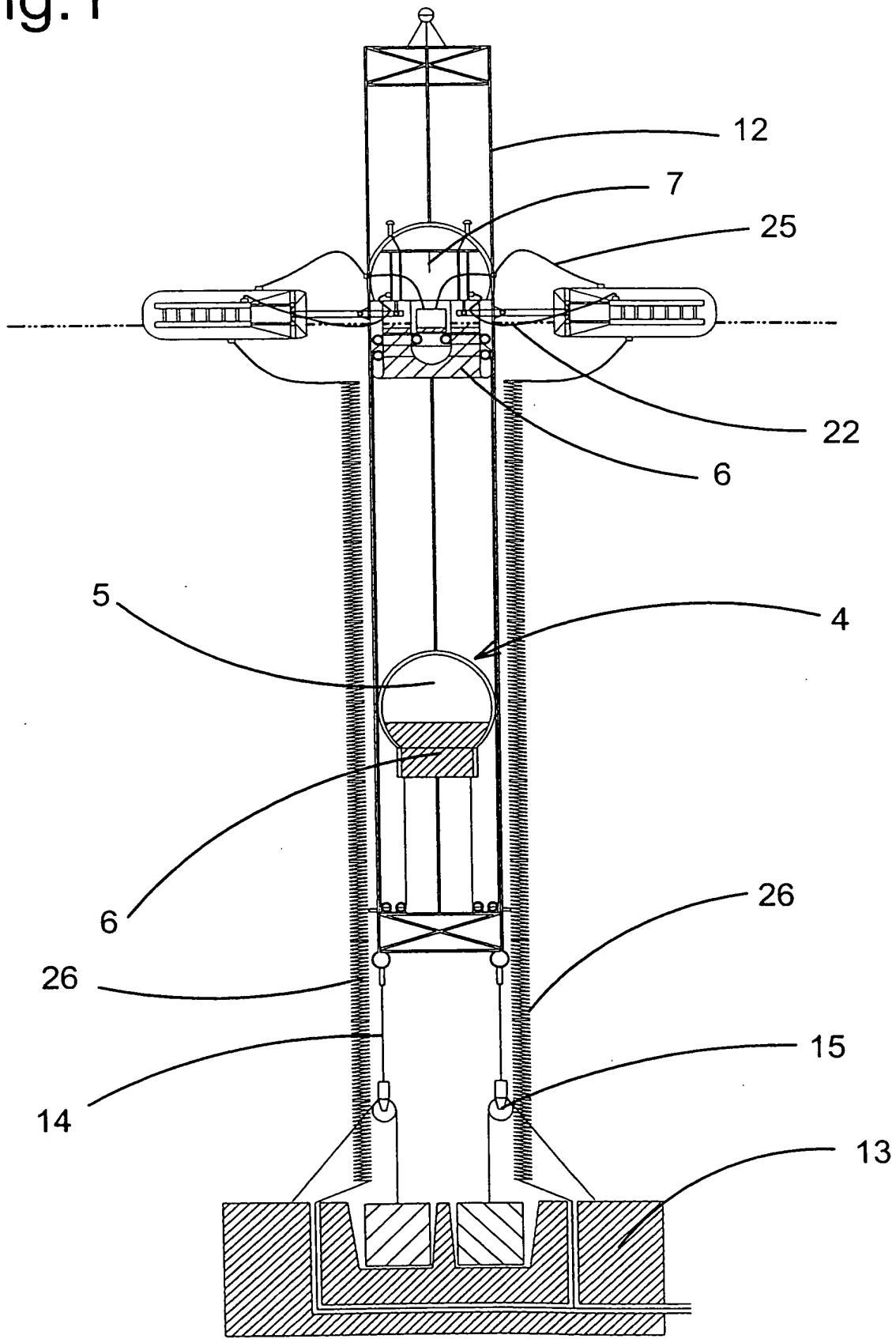


Fig. 1a

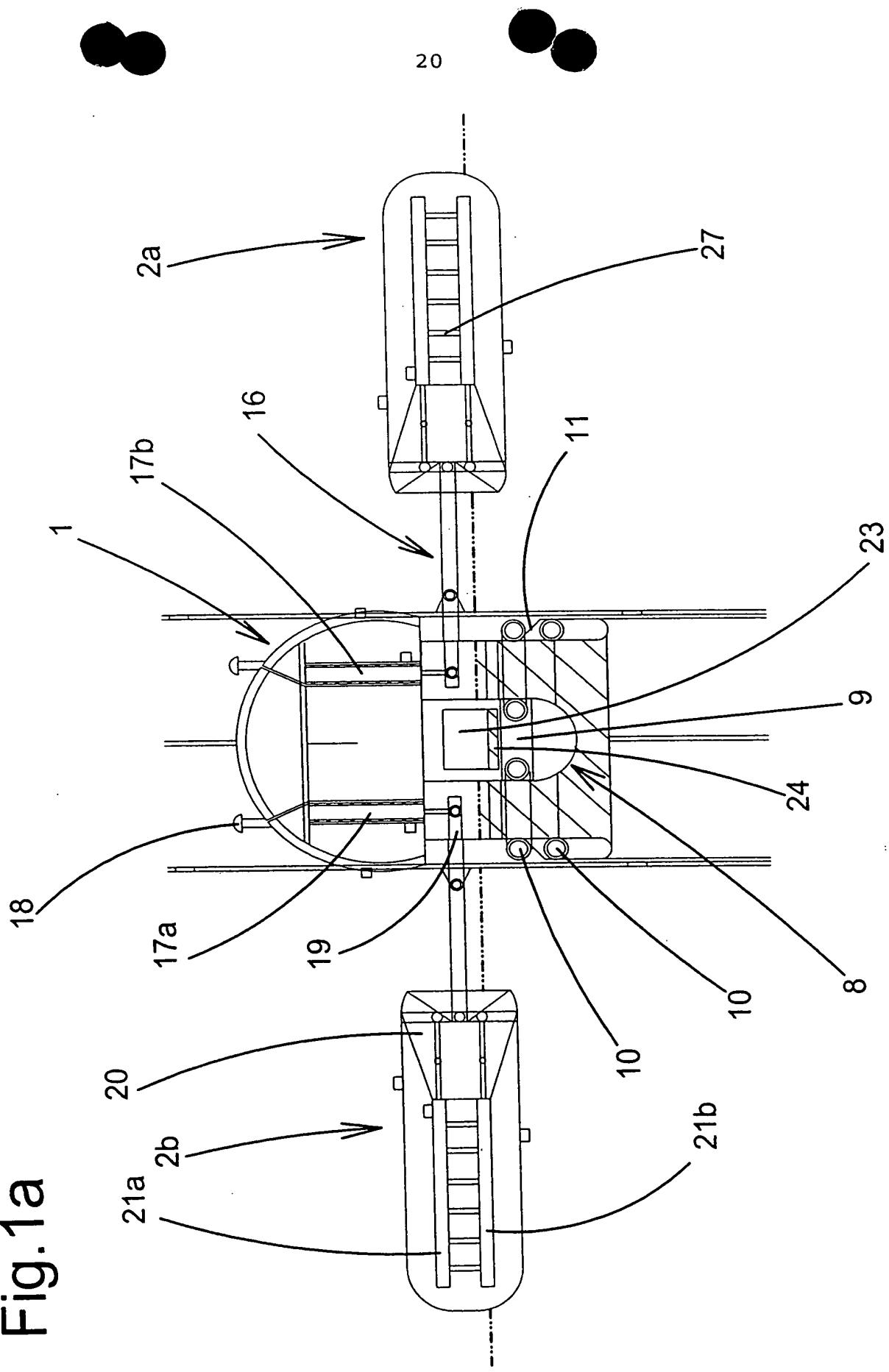


Fig.2

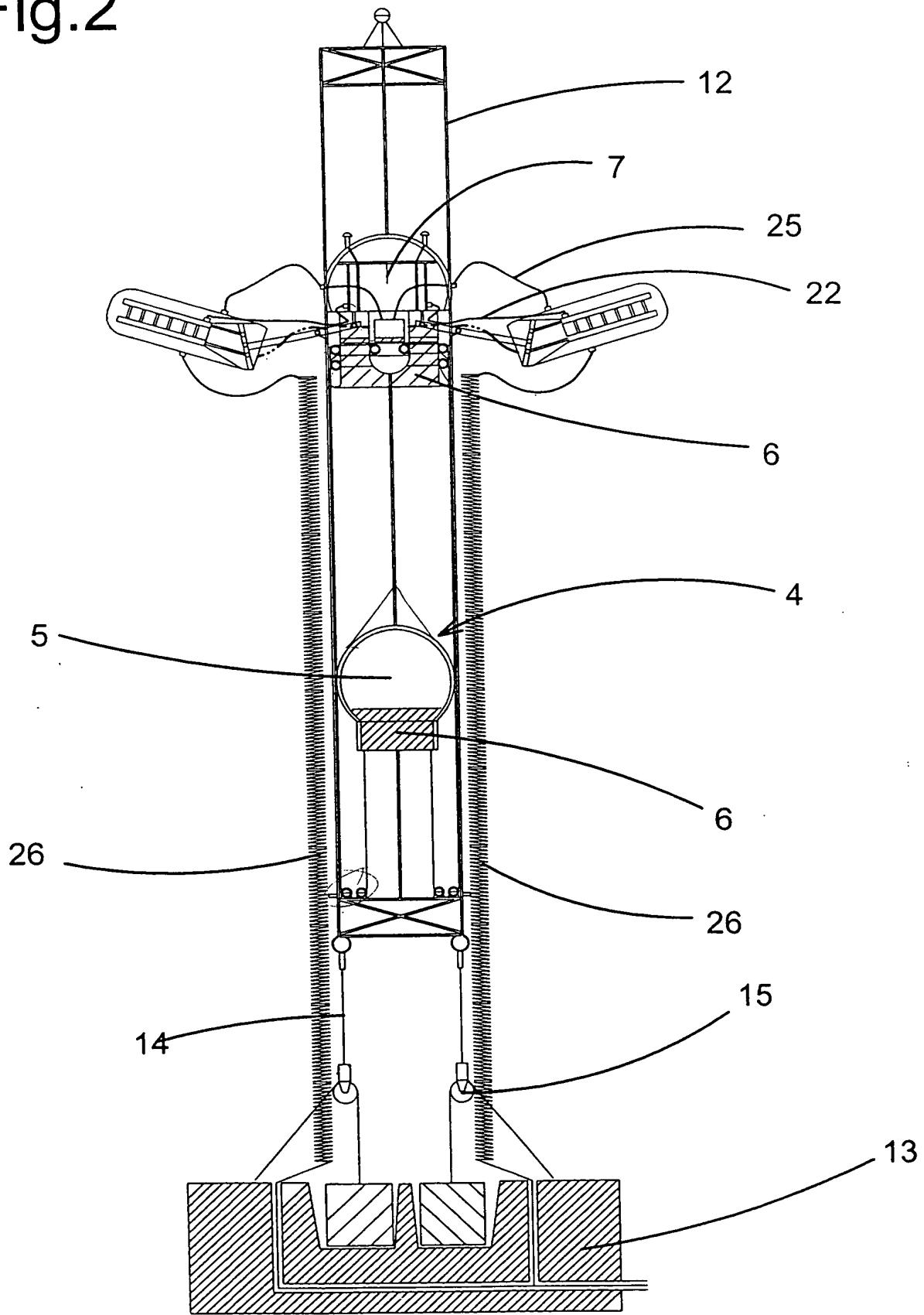


Fig.3

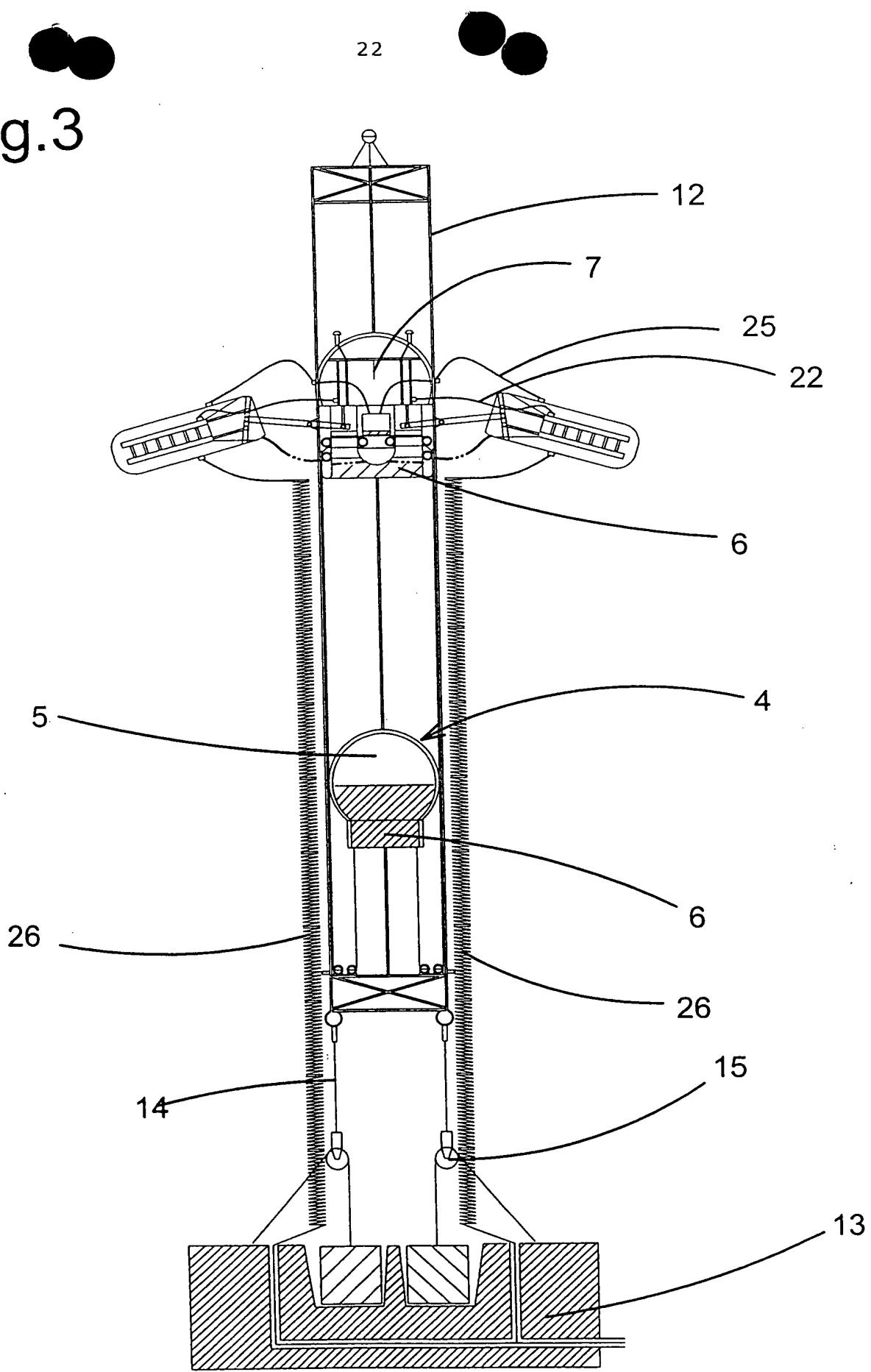


Fig.4

